

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 6 月 2 5 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 8 1 2 3 3
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 1 8 1 2 3 3]

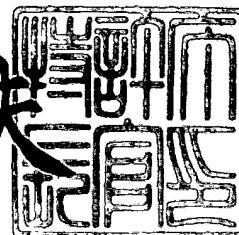
願 人
Applicant(s): 株式会社リコー

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2 0 0 4 年 4 月 2 2 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 0208462

【提出日】 平成15年 6月25日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G03G 9/08

【発明の名称】 液体现像剤及び画像形成装置

【請求項の数】 11

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社リコー内

 【氏名】 寺岡 努

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社リコー内

 【氏名】 佐々木 努

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社リコー内

 【氏名】 板谷 正彦

【特許出願人】

 【識別番号】 000006747

 【氏名又は名称】 株式会社リコー

 【代表者】 桜井 正光

【代理人】

 【識別番号】 100098626

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 黒田 壽

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 000505

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9808923

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液体現像剤及び画像形成装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも樹脂及び有色物質からなる有色粒子と、これの非水溶媒となる無極性の絶縁性液体とを含み、潜像担持体上の潜像に該有色粒子を付着させて該潜像を現像する液体現像剤において、

上記有色粒子として、該有色粒子同士が凝集するのを抑制する凝集抑制材料と、塩基性基と、上記絶縁性液体に対する親和性を付与する親和性基とを表面に備えるものを用いたことを特徴とする液体現像剤。

【請求項 2】

少なくとも樹脂及び有色物質からなる有色粒子と、これの非水溶媒となる無極性の絶縁性液体とを含み、潜像担持体上の潜像に該有色粒子を付着させて該潜像を現像する液体現像剤において、

上記有色粒子として、該有色粒子同士が凝集するのを抑制する凝集抑制材料と、酸性基と、上記絶縁性液体に対する親和性を付与する親和性基とを表面に備えるものを用いたことを特徴とする液体現像剤。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 の液体現像剤において、

上記有色粒子として、体積平均粒径が 0. 1 [μ m] 以上 6. 0 [μ m] 以下のものを用い、該有色粒子の濃度を 5 [重量%] 以上 4 0 [重量%] 以下としたことを特徴とする液体現像剤。

【請求項 4】

請求項 1、2 又は 3 の液体現像剤において、

上記絶縁性液体に対して相溶性を有する電荷制御剤であって酸性基を有するものを、上記有色粒子とともに上記絶縁性液体中に含有したことを特徴とする液体現像剤。

【請求項 5】

請求項 1、2 又は 3 の液体現像剤において、

上記絶縁性液体に対して相溶性を有する電荷制御剤であって塩基性基を有するものを、上記有色粒子とともに上記絶縁性液体中に含有したことを特徴とする液体現像剤。

【請求項 6】

請求項 1、2 又は 3 の液体現像剤において、
上記絶縁性液体に対して相溶性を有する電荷制御剤であって金属を有するものを、上記有色粒子とともに上記絶縁性液体中に含有したことを特徴とする液体現像剤。

【請求項 7】

請求項 1、2、3、4、5 又は 6 の液体現像剤において、
上記絶縁性液体として、沸点が $100 [^{\circ}\text{C}]$ 以上であって非プロトン性の不揮発性液体を用いたことを特徴とする液体現像剤。

【請求項 8】

請求項 7 の液体現像剤において、
上記絶縁性液体として、粘度が $0.5 [\text{mPa} \cdot \text{s}]$ 以上 $1000 [\text{mPa} \cdot \text{s}]$ 以下であり、電気抵抗が $1 \times 10^{12} [\Omega \cdot \text{cm}]$ 以上であり、かつ、表面張力が $3 \times 10^{-2} [\text{N/m}]$ 以下であるものを用いたことを特徴とする液体現像剤。

【請求項 9】

請求項 8 の液体現像剤において、
上記絶縁性液体として、シリコン系液体を用いたことを特徴とする液体現像剤。

【請求項 10】

請求項 9 の液体現像剤において、
上記凝集抑制材料として、シリコンを含有するものを用いたことを特徴とする液体現像剤。

【請求項 11】

潜像担持体と、
該潜像担持体表面に液体現像剤を接触させ、該表面上の潜像に有色粒子を付着させて該潜像を現像する現像手段とを備え、

該現像手段により該潜像担持体表面上の潜像に該有色粒子を付着させて得たトナー像を最終的に記録材上に転移させて画像を形成する画像形成装置において、上記液体现像剤として、請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9 又は 10 の液体现像剤を用いたことを特徴とする画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、絶縁性液体中にトナー等の有色粒子を含有した液体现像剤及びこれを用いて画像形成を行う複写機、ファクシミリ、プリンタ等の画像形成装置に関するものである。

【0002】

【従来技術】

樹脂、顔料、磁性体等の粒子を適当な溶媒中に分散した分散液においては、非水溶媒の場合でも水溶媒の場合でも、分散粒子の安定性は重要な問題である。このような分散粒子の安定性は、一般に、静電的反発力による静電効果や立体効果（吸着層効果とも呼ばれる。）が働くことにより得られることが知られている。静電効果については、DLVO 理論が確立されており、この理論では電気二重層の広がり及び界面電位（いわゆる電位）が重要な因子となっている。そのため、分散粒子には、これらを形成するイオンの存在が必要となり、イオンの存在が明確な水溶媒系ではいくつかの研究がなされている。一方、立体効果については、DLVO 理論に相当するものは未だ確立されていないが、非水溶媒系（主に石油系溶媒）については、例えば非特許文献 1 に開示された研究が知られている。この研究は、安定な溶媒である無極性の分散液の基本的な製造方法に関するものである。この製造方法は、その溶媒中に分散させる分散粒子（溶媒に不溶なもの）に対して相溶性のある成分と、その溶媒に溶解する成分とを含む、ブロック又はグラフト共重合体を製造するものである。

【0003】

特許文献 2 には、この製造方法を利用して非水溶媒系分散液を得る方法が開示されている。この方法は、炭化水素溶媒中で、減成ゴムの存在下、メチルメタク

リレート (MMA) をラジカル重合させて安定なポリメチルメタクリレート (PMMA) 分散液を得るものである。この方法では、減成ゴムが PMMA 粒子に吸着されることは考えられず、PMMA 粒子が分散安定化している事実からすれば、減成ゴムに MMA がグラフト重合しているものと考えられる。グラフト重合体は、分散粒子の表面に不溶解部を有し、溶解部が立体効果を持つので、分散粒子の分散安定性が維持されるものと考えられている。

また、特許文献 3 には、無極性の非プロトン溶媒のような溶媒中に、固体粒子をイオンにより明確に帯電させることで、非水溶媒において利用されていた立体効果に加えて更に静電効果を相対的に作用させ、長期安定性のある無極性溶媒系分散液を得る方法が記載されている。

また、特許文献 4、特許文献 5、特許文献 6 等には、炭化水素又はシリコーンオイル分散液に関して、立体効果により分散安定性が優れた分散液や、静電的反発力による分散性の向上と分散粒子の電気泳動を可能にした非水溶媒分散液について記載されている。

【0004】

【非特許文献 1】

F.A.Waite, J.Oil Col. Chem. Assoc., 54, 342 (1971)

【特許文献 2】

特公昭 40-7047 号公報

【特許文献 3】

特公平 8-23005 号公報

【特許文献 4】

特開 2002-212423 号公報

【特許文献 5】

特開 2002-241624 号公報

【特許文献 6】

特開 2002-256133 号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、上述した非水溶媒である分散液を液体現像剤に適用する場合、その分散液中に分散した分散粒子は、液体現像剤のキャリア液中に分散したトナー粒子（有色粒子）に相当する。一般に、トナー粒子は、体積平均粒径が $0.1 [\mu\text{m}]$ 以上と比較的大きいものである。そのため、静電的反発力による静電効果や立体効果によって、非水溶媒であるキャリア液中におけるトナー粒子の分散性を向上させることが困難であり、トナー粒子が互いに近接して凝集しやすい。トナー粒子が互いに凝集しやすいと、トナー粒子の挙動を電界によって制御することが困難となる。例えば、現像領域中でトナー粒子が互いに凝集すると、トナー粒子に含まれる導電性物質によってトナー粒子間に電流が流れてしまい、現像領域中に現像電界を形成しても、トナー粒子を静電潜像に向けて移動させることが困難となる。

また、分散粒子であるトナー粒子は、上述のように体積平均粒径が $0.1 [\mu\text{m}]$ 以上と比較的大きいため、その帯電量は比較的低いものとなる。そのため、現像電界等の電界によって非水溶媒中を高速に電気泳動させることが困難となる。その結果、画像形成スピードの高速化が難しい。

【0006】

本発明は、以上の背景に鑑みなされたものであり、その目的とするところは、非水溶媒となる無極性の絶縁性液体中でトナー粒子等の有色粒子が互いに凝集しにくく、かつ、電界によって有色粒子を高速に電気泳動させることが可能な液体現像剤及び画像形成装置を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、請求項1の発明は、少なくとも樹脂及び有色物質からなる有色粒子と、これの非水溶媒となる無極性の絶縁性液体とを含み、潜像担持体上の潜像に該有色粒子を付着させて該潜像を現像する液体現像剤において、上記有色粒子として、該有色粒子同士が凝集するのを抑制する凝集抑制材料と、塩基性基と、上記絶縁性液体に対する親和性を付与する親和性基とを表面に備えるものを用いたことを特徴とするものである。

また、請求項2の発明は、少なくとも樹脂及び有色物質からなる有色粒子と、

これの非水溶媒となる無極性の絶縁性液体とを含み、潜像担持体上の潜像に該有色粒子を付着させて該潜像を現像する液体现像剤において、上記有色粒子として、該有色粒子同士が凝集するのを抑制する凝集抑制材料と、酸性基と、上記絶縁性液体に対する親和性を付与する親和性基とを表面に備えるものを用いたことを特徴とするものである。

また、請求項3の発明は、請求項1又は2の液体现像剤において、上記有色粒子として、体積平均粒径が0.1 [μm] 以上6.0 [μm] 以下のものを用い、該有色粒子の濃度を5 [重量%] 以上40 [重量%] 以下としたことを特徴とするものである。

また、請求項4の発明は、請求項1、2又は3の液体现像剤において、上記絶縁性液体に対して相溶性を有する電荷制御剤であって酸性基を有するものを、上記有色粒子とともに上記絶縁性液体中に含有したことを特徴とするものである。

また、請求項5の発明は、請求項1、2又は3の液体现像剤において、上記絶縁性液体に対して相溶性を有する電荷制御剤であって塩基性基を有するものを、上記有色粒子とともに上記絶縁性液体中に含有したことを特徴とするものである。

また、請求項6の発明は、請求項1、2又は3の液体现像剤において、上記絶縁性液体に対して相溶性を有する電荷制御剤であって金属を有するものを、上記有色粒子とともに上記絶縁性液体中に含有したことを特徴とするものである。

また、請求項7の発明は、請求項1、2、3、4、5又は6の液体现像剤において、上記絶縁性液体として、沸点が100 [$^{\circ}\text{C}$] 以上であって非プロトン性の不揮発性液体を用いたことを特徴とするものである。

また、請求項8の発明は、請求項7の液体现像剤において、上記絶縁性液体として、粘度が0.5 [$\text{mPa}\cdot\text{s}$] 以上1000 [$\text{mPa}\cdot\text{s}$] 以下であり、電気抵抗が 1×10^{12} [$\Omega\cdot\text{cm}$] 以上であり、かつ、表面張力が 3×10^{-2} [N/m] 以下であるものを用いたことを特徴とするものである。

また、請求項9の発明は、請求項8の液体现像剤において、上記絶縁性液体として、シリコン系液体を用いたことを特徴とするものである。

また、請求項10の発明は、請求項9の液体现像剤において、上記凝集抑制材

料として、シリコンを含有するものを用いたことを特徴とするものである。

また、請求項 11 の発明は、潜像担持体と、該潜像担持体表面に液体现像剤を接触させ、該表面上の潜像に有色粒子を付着させて該潜像を現像する現像手段とを備え、該現像手段により該潜像担持体表面上の潜像に該有色粒子を付着させて得たトナー像を最終的に記録材上に転移させて画像を形成する画像形成装置において、上記液体现像剤として、請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9 又は 10 の液体现像剤を用いたことを特徴とするものである。

【0008】

請求項 1 乃至 10 の液体现像剤においては、非水溶媒となる無極性の絶縁性液体中に分散される有色粒子の表面に、凝集抑制材料と、塩基性基又は酸性基と、親和性基とが備えわっている。この凝集抑制材料は、有色粒子同士が互いに凝集するのを抑制するためのもので、例えば有色粒子の表面にシリコン基を出現させるような材料である。この場合、各有色粒子は、表面に有するシリコン基によって互いに凝集できず、一定の間隔をあけて分散した状態となる。よって、有色粒子間には絶縁性液体が介在し、有色粒子間が絶縁状態になる。したがって、電界中においても有色粒子間に電流が流れにくくなり、有色粒子の挙動を電界によって制御することが可能となる。

しかも、上記絶縁性液体がシリコン系溶媒であれば、シリコン基が親和性基として機能して、有色粒子に絶縁性液体に対する親和性が付与される。これにより、有色粒子が絶縁性液体中で沈殿しにくくなり、絶縁性液体中に有色粒子を均一に分散させることが可能となる。

加えて、有色粒子の表面には塩基性基又は酸性基が存在するため、その塩基性基又は酸性基によって有色粒子の帯電量を確保することが可能となる。

また、請求項 11 の画像形成装置では、このような液体现像剤を用いて画像形成を行うため、有色粒子を電界により適切かつ高速に制御することが可能となる。

【0009】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を適用した画像形成装置としてのプリンタについて説明する。

このプリンタは、少なくとも樹脂及び有色物質からなる有色粒子たるトナー粒子を、これの非水溶媒となる無極性の絶縁性液体（以下、「キャリア液」という）中に分散させた液体現像剤を用いて画像形成を行うものである。

【0010】

図1は、本実施形態に係るプリンタの概略構成図である。

このプリンタは、潜像担持体としてのドラム状の感光体1の周りに、帯電器2、現像器10、中間転写ドラム3、除電器4、感光体クリーニング装置5などを備えている。また、中間転写ドラム3に当接しながら回転する転写ローラ6や、図示しない領域に配設された露光装置なども備えている。

【0011】

上記感光体1は、その表面がアモルファスシリコン（a-Si）によって形成され、プリント時には図示しない駆動手段によって図中時計回りに一定速度で回転駆動せしめられる。そして、上記帯電器2からのコロナ放電によって暗中にて一様帯電せしめられる。上記露光装置は、走査光学系を備えており、一様に帯電した感光体1の表面に対し、画像情報に基づいたLED光やレーザ光による走査処理を施して露光する。感光体1の露光部分は、電位が減衰せしめられて静電潜像となる。この静電潜像は、液体現像剤を用いる現像器10によって可視像としてのトナー像に現像される。なお、感光体1として、有機感光体（OPC）を用いることもできる。また、帯電器2として、図示のようなコロナ放電による帯電を実現するものの他、感光体1に接触せしめた帯電ローラ等の帯電部材に所定の帯電バイアスを印加する方式のものなどを用いることもできる。また、露光によって静電潜像を形成するのではなく、潜像担持体たる誘電体と、潜像形成手段たるイオンフロー装置とによって潜像を形成してもよい。

【0012】

上記中間転写ドラム3は、感光体に当接して1次転写ニップを形成しながら、その表面をニップで感光体と順方向に移動させるように図中反時計周りに回転駆動せしめられる。この1次転写ニップには、感光体1の静電潜像と中間転写ドラム3と電位差によって1次転写電界が形成される。感光体1の回転に伴って1次中間転写ニップに進入した上記トナー像は、この1次転写電界やニップ圧の作用

を受けて中間転写ドラム 3 上に静電的に 1 次転写される。なお、中間転写体として、図示の中間転写ドラム 3 の代わりに、複数のローラによって張架されながら無端移動する中間転写ベルトを用いてもよい。

【0013】

上記転写ローラ 6 は、中間転写ドラム 3 に当接して 2 次転写ニップを形成しながら、その表面をニップで中間転写ドラム 3 と順方向に移動させるように図中時計周りに回転駆動せしめられる。また、図示しない電源によって 2 次転写バイアスが印加される。この印加により、2 次転写ニップには 2 次転写電界が形成されている。一方、図示しない給紙手段は、中間転写ドラム 3 上のトナー像と同期させ得るタイミングを見計らって、記録体たる転写紙 P を 2 次転写ニップに向けて送り出す。2 次転写ニップで転写紙 P に密着せしめられた中間転写ドラム 3 上のトナー像は、2 次転写電界やニップ圧の影響を受けて転写紙 P 上に 2 次転写される。そして、転写紙 P とともに図示しない定着手段まで搬送され、ここで加熱されて転写紙 P 上に定着せしめられる。ここで、液体现像剤は、現像ローラ 17 上に薄層の状態で担持されるため、現像領域において感光体 1 表面に接触する液体现像剤中のキャリア液量は極めて少量となるので、転写時に転写紙に付着吸収されるキャリア液の量も極めて少量で問題はない。

【0014】

上記 1 次転写ニップを通過した感光体 1 表面は、上記除電器 4 によって残留電荷が除電された後、表面に付着している転写残液体现像剤が上記感光体クリーニング装置 5 によってクリーニングされる。このクリーニングにより、感光体 1 の表面が初期化せしめられ、次の作像に備えられる。

【0015】

上記現像器 10 は、現像部 11 と回収部 20 とを有している。現像部 11 はタンク 12 内に液体现像剤を貯留している。この液体现像剤は、従来より広く用いられてきた低粘性低濃度のものではなく、高粘性高濃度のものである。ここで、低粘性低濃度の液体现像剤とは、例えば、広く市場に出回っている Isopar（登録商標）などと呼ばれるキャリア液中に、トナー粒子を 1 [重量%] 程度の濃度で含有する粘度 1 [cSt] 程度のものである。これに対し、高粘性高濃度

の液体現像剤は、例えば、シリコンオイル、ノルマルパラフィン、植物油、鉱物油等のキャリア液中に、トナーを高濃度に含有している。具体的には、トナー粒子を5〔重量%〕以上40〔重量%〕以下含有し、粘度が0.5〔mPa・s〕以上10000〔mPa・s〕以下になっている。また、トナーの体積平均粒径は、0.1〔 μ m〕以上6.0〔 μ m〕以下のものを用いる。

【0016】

上記タンク12内には、2つの上記攪拌スクリュウ13、14が液体現像剤中に浸るように互いに平行配設され、図中矢印で示されるように、図示しない駆動手段によって互いに逆方向に回転駆動せしめられる。現像器10が現像動作に入ると、2つの攪拌スクリュウ13、14がこのように互いに逆回転し、タンク12内の液体現像剤が攪拌せしめられる。この攪拌により、液体現像剤の液面が2つの攪拌スクリュウ13、14の間で盛り上がってその上方に配設されたアニロクスローラ15に付着する。

【0017】

現像部11のアニロクスローラ15は、図示しない駆動手段によって回転駆動せしめられながら、タンク12内の液体現像剤を汲み上げる。アニロクスローラ15の周面には、図示しないスパイラル状の溝線パターンが例えば100～200〔lpi〕の細かさで彫刻されている。この溝線パターン内には、微小凹部が線方向に複数並ぶように形成されている。アニロクスローラ15によって汲み上げられた液体現像剤の一部は、これら微小凹部内に収容される。

【0018】

上記アニロクスローラ15の表面には、ステンレス等の金属材料からなるドクタブレード16が当接しており、アニロクスローラ15によって汲み上げられた液体現像剤の量を規制する。この規制により、アニロクスローラ15上に担持される液体現像剤の量が上述の微小凹部の容量に応じた値に正確に計量される。

【0019】

現像器10内において、アニロクスローラ15の図中上側には、現像剤担持体たる現像ローラ17が、アニロクスローラ15に当接しながら回転駆動するように配設されている。当接部で、アニロクスローラ15表面の液体現像剤が均一な

厚みで塗布される。また現像ローラ 17 は、その周面に導電性のウレタンゴム等からなる導電弾性層を備えており、感光体 1 と等速に回転しながらこれに接触して現像ニップを形成している。更に、図示しない現像バイアス電源回路から現像バイアスが印加される。この現像バイアスは、トナー粒子の帯電極性と同じ正極性で且つ感光体 1 の一様帯電電位よりも小さい値に設定されている。現像ニップでは、現像ローラ 17、感光体 1 の地肌部（非露光部）、静電潜像がそれぞれトナーと同極性の電位を帯びている。加えて、地肌部、現像ローラ 17、静電潜像の順で値が小さくなる。このため、上記地肌部と現像ローラ 17 との間では、トナーに対して電位のより小さい現像ローラ 17 に向けて静電的に移動させるような非現像ポテンシャルが作用する。また、現像ローラ 17 と静電潜像との間では、トナーを電位のより低い静電潜像に向けて移動させるような現像ポテンシャルが作用する。よって、現像ニップにおいては、上記現像剤薄層中のトナーが、現像ローラ 17 と上記地肌部との間で現像ローラ 17 の表面に向けて電気泳動して集結する。この一方で、現像ローラ 17 と静電潜像との間で静電潜像に向けて電気泳動して付着する。そして、この付着によって静電潜像が現像されてトナー像となる。

【0020】

現像ニップを通過した後の現像ローラ 17 に付着している液体现像剤は、現像ローラに当接しながら回転する回収ローラ 18 に回収された後、搬送スクリュー 19 によって回収部 20 に送られる。回収部 20 は、回収タンク 21、攪拌プロペラ 22、返送ポンプ 23 などを有している。また、図示しない濃度調整手段も有している。上記搬送スクリュー 19 から送られてくる回収現像剤は、回収タンク 21 に貯められる。また、感光体 1 から感光体クリーニング装置 5 によってクリーニングされた液体现像剤も、この回収タンク 21 に貯められる。これら現像剤は、攪拌プロペラ 22 によって攪拌せしめられながら、濃度調整手段によるトナー補充や液体補充を受けて、トナー濃度が初期値に戻される。そして、返送ポンプ 23 によって現像部 11 のタンク 12 に返送されて現像に再利用される。

【0021】

本実施形態では、感光体 1 等の周速であるプロセス線速が 300 [mm/s e

c]、現像ニップ幅が3 [mm] であるので、現像時間は10 [msec] である。

また、本実施形態で用いる液体現像剤において、そのキャリア液は、熱的には高引火点で電氣的には絶縁性を有する液体である。このキャリア液中には、有色粒子としての顔料成分が含まれたトナー粒子が分散している。また、凝集抑制材料としての分散樹脂と呼ばれる樹脂と、キャリア液と、トナー粒子と、電荷制御剤とを適量分散することにより、均一分散することもある。ここで、顔料成分としてカーボンブラックなどの電気抵抗値の低い導電性物質を用いたトナー粒子では、その外周にその導電性粒子が存在することになる。このため、トナー粒子が凝集すると、トナー粒子間を電流が流れて電界によりその挙動を制御することが困難となる。この凝集による挙動制御の困難性は、トナー濃度が高濃度になればなるほど高まることになる。そして、キャリア液として揮発性のものを使用した場合には、プロセス中にキャリア液が揮発するので、トナー粒子の挙動を電界によって制御する現像領域や転写領域などにおいて、トナー濃度は高濃度となる。よって、この場合には、現像電界や転写電界によるトナー粒子の挙動制御が更に困難なものとなる。また、不揮発性のキャリア液を使用した場合でも、電界によってトナー粒子を移動させた後はその移動先のトナー濃度が高濃度となるため、トナー粒子の挙動制御は困難である。しかも、画像形成スピードの高速化の要求に応えるためには、キャリア液の液量を極限まで少量化する必要があるため、キャリア液が不揮発性であっても、結果としてトナー濃度は高濃度化し、トナー粒子の挙動制御は困難である。

加えて、トナー濃度が高濃度化すると、トナー粒子に対するキャリア液の比率が下がるため、トナー粒子の外周に絶縁膜として働いていたキャリア液がトナー粒子間に十分に介在できなくなる。その結果、トナー粒子の絶縁性が保てなくなり、1次転写時や2次転写時に逆極性のバイアスを受けたときに、トナー粒子に逆極性の電荷が注入され、トナー粒子の極性が反転してしまう。このようなトナー粒子の極性反転も、転写電界によりトナー粒子の挙動を制御できなくなる原因の1つである。

このように、液体現像剤は、画像形成プロセス中においてトナー濃度が高濃度

化してトナー粒子の絶縁性を確保することが困難となるので、トナー粒子が凝集するのを抑制してトナー粒子間にキャリア液が介在できるようにすることが重要となる。

【0022】

キャリア液としては、脂肪族炭化水素溶液としてシクロヘキサン、*n*-ヘキサン、*n*-ヘプタン、*n*-オクタン、*n*-ノナン、イソオクタン、イソドデカン、リグロイン及びそれらの混合物などの石油系炭化水素（市販品としてエクソンケミカル社製アイソパー E、G、H、L、K、V やシェル石油社製シェルゾール 71、ソルベッソ 150 等）、シリコン系の溶剤として KF96（信越シリコン）、SH200、SH344（東レシリコン）、TSF451（東芝シリコン）などが挙げられ、その他デカメチルテトラシロキサン、オクタメチルトリシロキサン、フェニルメチルシロキサン等が挙げられ、これらを適宜混合して使用することができる。

本実施形態のキャリア液は、粘度が $0.5 \text{ [mPa} \cdot \text{s]}$ 以上 $1000 \text{ [mPa} \cdot \text{s]}$ 以下であり、電気抵抗が $1 \times 10^{12} \text{ } [\Omega \cdot \text{cm}]$ 以上であり、表面張力が $3 \times 10^{-2} \text{ [N/m]}$ （ 30 [dyn/cm] ）以下であり、かつ、沸点が $100 \text{ } [^{\circ}\text{C}]$ 以上のものを用いている。

【0023】

また、キャリア液として、抵抗値がアイソパーに比して大きいシリコン系の溶媒を用いると、トナー粒子を高濃度に含有させてもトナー粒子の帯電性を良好に維持しやすい。また、シリコンオイルは不揮発性である上、可動部分に付着しても固着することがない点でも優れている。また、アイソパーを用いれば、トナー粒子の分散性が良くなる、すなわち凝集しにくくなるので、比較的トナー濃度が低い場合には凝集抑制に有効である。しかし、本実施形態のようにトナー粒子を高濃度に含有させた液体現像剤においては、シリコン系の溶媒を用いてもその凝集効果が十分でない。本実施形態では、トナー粒子が高濃度で含有されていても、トナー粒子の凝集を抑制すべく、後述するように、トナー粒子の表面に凝集抑制材料を含有させている

【0024】

トナー粒子の各成分の具体例は次の通りである。

酸性基を有する有機物質の例としては、飽和脂肪族又は芳香族カルボン酸として、蟻酸、酢酸、グリコール酸、オクタン酸、モノクロロ酢酸、ジクロロ酢酸、トリクロロ酢酸、シアノ酢酸、トリメチル酢酸、モノフルオロ酢酸、モノプロモ酢酸、メトキシ酢酸、メルカプト酢酸、シクロヘキサンモノカルボン酸、乳酸、ノナン酸、ピルビン酸、ヘキサン酸、ヘプタン酸、プロピオン酸、酪酸、レブリン酸、アジピン酸、アゼライン酸、オキサロ酢酸、クエン酸、グルタル酸、コハク酸、蔞酸、酒石酸、ナフトエ酸、フェニル酢酸、フェノキシ酢酸、ベンゼンジカルボン酸、マンデル酸、ピクリン酸、ジニトロフェノール等が挙げられ、これらは単独で使用できる。

【0025】

また、酸性基を有するモノマーを構成成分とする重合体として、下記（１）のモノマーを少なくとも１種から得られる重合体の他、この（１）のモノマーと下記（２）及び／又は（３）のモノマーとの重合体が挙げられる。

（１）酸性基を有するモノマーの例

（メタ）アクリル酸、マレイン酸、無水マレイン酸、イタコン酸、無水イタコン酸、フマル酸、桂皮酸、クロトン酸、ビニル安息香酸、２－メタクリロキシエチルコハク酸、２－メタクリロキシエチルマレイン酸、２－メタクリロキシエチルヘキサヒドロフタル酸、２－メタクリロキシエチルトリメリット酸、ビニルスルホン酸、アリルスルホン酸、スチレンスルホン酸、２－スルホエチルメタクリレート、２－アクリルアミド－２－メチルプロパンスルホン酸、３－クロロアミドホスホキシプロピルメタクリレート、２－メタクリロキシエチルアシッドホスフェート、ヒドロキシスチレン等が挙げられる。

（２）極性モノマーの例

２－ヒドロキシエチル（メタ）アクリレート、２，３－ジヒドロキシプロピル（メタ）アクリレート、４－ヒドロキシブチル（メタ）アクリレート、２－ヒドロキシ－３－プロピルメタクリレート、２－クロロエチル（メタ）アクリレート、２，３－ジプロモプロピル（メタ）アクリレート、（メタ）アクリロニトリル、イソブチル－２－シアノアクリレート、２－シアノエチルアクリレート、エチ

ルー 2-シアノアクリレート、メタクリルアセトン、テトラヒドロフルフリルメタクリレート、トリフロロエチルメタクリレート、p-ニトロスチレン等が挙げられる。

(3) 多官能性モノマーの例

ジビニルベンゼン、エチレングリコールジ(メタ)アクリレート、ジエチレングリコールジ(メタ)アクリレート、トリエチレングリコールトリ(メタ)アクリレート、ブタンジオールジ(メタ)アクリレート、1,6-ヘキサジオールジ(メタ)アクリレート、トリメチロールプロパントリ(メタ)アクリレート、テトラメチロールメタントリ(メタ)アクリレート、テトラメチロールメタンテトラ(メタ)アクリレート、ジプロピレングリコールジ(メタ)アクリレート、トリメチロールヘキサントリ(メタ)アクリレート、ペンタエリスリットテトラ(メタ)アクリレート、1,3-ジブチレングリコールジ(メタ)アクリレート、トリメチロールエタントリ(メタ)アクリレート等が挙げられる。

【0026】

また、塩基性基を有する有機物質の例としては、有機塩基として、2-アミノエタノール、ジエタノールアミン、トリエタノールアミン、モノエチルアミン、ジエチルアミン、トリエチルアミン、エチレンジアミン、シクロヘキシルアミン、トリス(ヒドロキシメチル)メチルアミン、ブチルアミン、1,6-ヘキサジアミン、ヘキシルアミン、ジヘキシルアミン、メチルアミン、ジメチルアミン、トリメチルアミン、アニリン、クロロアニリン、ジニトロアニリン、ジメチルアニリン、ニトロアニリン、メチルアニリン、ベンジルアミン、メチルベンジルアミン、イミダゾール、ピピリジル、ピリジン、アミノピリジン、ジメチルピリジン、トリメチルピリジン、モノメチルピリジン、ピリドキシリン、ピロリジン、ピペラジン、ピペリジン、ベンゾイミダゾール、プリン等が挙げられ、単独で使用する事ができる。

【0027】

また、塩基性基を有するモノマーを構成成分とする重合体又は共重合体として、下記(4)のモノマーの少なくとも1種から得られる重合体の他、(4)のモノマーと上記(2)及び/又は(3)のモノマーとの重合体が挙げられる。

(4) 塩基性基を有するモノマーの例

N-メチルアミノエチル (メタ) アクリレート、N-エチルアミノエチル (メタ) アクリレート、N, N-ジメチルアミノエチル (メタ) アクリレート、N, N-ジエチルアミノエチル (メタ) アクリレート、N, N-ジブチルアミノエチルアクリレート、N-フェニルアミノエチルメタクリレート、N, N-ジフェニルアミノエチルメタクリレート、アミノスチレン、ジメチルアミノスチレン、N-メチルアミノエチルスチレン、ジメチルアミノエトキシスチレン、ジフェニルアミノエチルスチレン、N-フェニルアミノエチルスチレン、ビニルピロリドン、2-N-ピペリジルエチル (メタ) アクリレート、2-ビニルピリジン、4-ビニルピリジン、2-ビニル-6-メチルピリジン、アクリルアミド、メタクリルアミド、N, N-ジメチルメタクリルアミド、N, N-ジブチルメタクリルアミド等が挙げられる。

【0028】

また、トナー粒子の構成成分の例としては、モノマーの例として、2-エチルヘキシル (メタ) アクリレート*、オクチル (メタ) アクリレート*、ノニル (メタ) アクリレート*、デシル (メタ) アクリレート*、ラウリル (メタ) アクリレート*、ステアリル (メタ) アクリレート*、ビニルラウレート*、ラウリルメタクリルアミド*、ステアリルメタクリルアミド*、メトキシエチル (メタ) アクリレート、エトキシエチル (メタ) アクリレート、ブトキシエチル (メタ) アクリレート、メチル (メタ) アクリレート、エチル (メタ) アクリレート、ブチル (メタ) アクリレート、ヘキシル (メタ) アクリレート、シクロヘキシル (メタ) アクリレート、ベンジル (メタ) アクリレート、フェニル (メタ) アクリレート、スチレン、ビニルトルエン、ビニルアセテート等が挙げられる。

以上のモノマーはいずれも芳香族炭化水素に可溶であるが、「*」印のものは脂肪族炭化水素にも可溶である。

また、シリコーン系には、メタクリロキシ酸変性シリコーンなどが挙げられる。

トナー粒子を構成する成分としては、少なくとも1種から得られる重合体が挙げられるが、その他に上記例に挙げたモノマーと上記(2)及び/又は(3)の

モノマーとの重合体や、ビニルモノマー、例えばエチレン、プロピレン、ブタジエン、イソプレン等との重合体も使用できる。

トナー粒子を構成する成分の高分子物質としては、長鎖2官能性化合物の重合体（縮重合体）、例えばポリエステル、ポリエーテル、ポリアミド、ポリウレタン、ポリ尿素等も使用可能である。

更に、トナー粒子を構成する成分としては、各種不溶性の樹脂、顔料、金属、金属酸化物、ワックス状物質（例えば低分子ポリオレフィン、ワックス）、化学製品（例えば農薬）、膨張剤等が挙げられる。

【0029】

トナー粒子は、無極性の溶媒中で予めその表面の酸-塩基性を測定しておき、その状態に合わせて上述した物質を反応させることにより、酸性基又は塩基性基を化学結合させ、分散媒中に安定に分散し、その成分を含めた状態で共重合体として合成する。なおトナー粒子として、カーボンブラックや金属酸化物のようにグラフト化等により化学結合可能な物質を用いた場合も、上記と同様に合成することが可能である。

【0030】

本実施形態で用いられるトナー粒子は、次のような方法で製造することができる。

温度計と窒素導入管とを装着した、容量1リットルの四つ口フラスコに、単量体であるメチルメタクリレート（MMA）を100重量部、水を300重量部を投入して攪拌混合し、さらに窒素気流下で攪拌しながら80〔℃〕に昇温した。次いで、その混合液中に過硫酸カリウムを0.5重量部加え、80〔℃〕に保持しながら6時間反応させ、重合体粒子の分散液（a）を得る。この分散液（a）中の重合体粒子を電子顕微鏡写真により観察したところ、この重合体粒子は、ほぼ一定の粒子径を有する真球状であって、平均粒径は0.41〔μm〕であった。

次に、温度計と窒素導入管とを装着した、容量1リットルの四つ口フラスコに、MMAを91.7重量部、過酸化ベンゾイルを1.0重量部を投入して溶解させ、さらに、この溶液に、水を200重量部、ニューコール707SN（日本乳

化剤（株）製）を 3.3 重量部および亜硝酸ナトリウムを 0.1 重量部加え、強撹拌撹拌の下、10 分間混合した。さらに、この混合液に、1 段階目の重合で得た分散液（a）中の重合体粒子を 35 重量部添加し、50 [°C] で 30 分間穏やかに撹拌した後、75 [°C] で 2 時間反応させて、重合体粒子の分散液（b）を得る。この分散液（b）中の重合体粒子を電子顕微鏡写真により観察したところ、この重合体粒子は、平均粒径が 0.93 [μm] で真球状の単分散粒子であった。

次に、同様の装置を用いて、MMA を 95.0 重量部、過酸化ベンゾイルを 1.0 重量部を混合して溶解させ、さらに、この溶液に、水を 200 重量部、ニューコール 707 SN（日本乳化剤（株）製）を 3.3 重量部および亜硝酸ナトリウムを 0.1 重量部加え、強撹拌の下、10 分間混合した。次いで、この混合液に、分散液（b）中の重合体粒子を 15.6 重量部添加し、50 [°C] で 30 分間穏やかに撹拌した後、75 [°C] で 2 時間反応させて、重合体粒子の分散液（c）を得た。この分散液（b）中の重合体粒子を電子顕微鏡写真により観察したところ、この重合体粒子であるシード粒子は、平均粒径が 2.12 μm で真球状の単分散粒子であった。

【0031】

更に、着色するためにアクリル系モノマーであるメチルメタクリレート（MMA）を 80.0 重量部、油溶性染料である C. I. ソルベントブルー 35（MMA への溶解度：4.2 重量部）を 2.0 重量部、アゾ系重合開始剤である V-601（和光純薬工業（株）製、ジメチルー 2, 2'-アゾビス（2-メチルプロピオネート））を 1.0 重量部投入して溶解させ、さらに、水を 200 重量部、乳化剤であるニューコール 707 SN（日本乳化剤（株）製）を 10.0 重量部、および、重合禁止剤である亜硝酸ナトリウムを 0.05 重量部添加し、強撹拌の下、10 分間混合した。次いで、この混合物に、上記分散液（c）中のシード粒子を 62.3 重量部添加し、50 [°C] で 30 分間穏やかに撹拌した後、80 [°C] で 2 時間反応させ、続いて 90 [°C] で 2 時間反応させ、着色粒子の分散液を得た。得られた分散液中の着色粒子を、電子顕微鏡写真により観察したところ、この着色ポリマー粒子は、平均粒径が 3.98 [μm] で真球状の単分散粒

子であった。

染料としては、メチルメタクリレートに溶解性を示す油溶性染料が望ましく、25 [℃] で MMA 100 重量部に対して、通常 1.0 重量部以上、好ましくは 2.0 重量部以上、より好ましくは 4.0 重量部以上溶解する油溶性染料を用いる。

本実施形態において好ましく用いられる油溶性染料としては、例えば、カラーインデックス番号 (C. I.) が、ソルベントブルー 35、ソルベントレッド 132、ソルベントブラック 27、ソルベントイエロー 16 およびソルベントブルー 70 である油溶性染料、OIL GREEN 502 (オリエント化学工業 (株) 製)、OIL GREEN BG (オリエント化学工業 (株) 製)、VAL IFAST RED 3306 (オリエント化学工業 (株) 製) などが挙げられるが、このうち MMA への溶解度が 4.0 重量部以上であるものが特に好ましい。MMA への溶解度が高い油溶性染料を用いると、充分量の染料を用いることができ、また重合時などの着色ポリマー粒子の製造工程で染料が褪色することなく、均一な色調の着色ポリマー粒子が得られる点で好ましい。このような油溶性染料は、単独で用いても組合わせて用いてもよい。本実施形態において、油溶性染料は、所望の色調などにもよるが、アクリル系単量体 100 重量部に対して、通常 1.0 ~ 2.0 部、好ましくは 2.0 ~ 10 部の割合で用いることができる。

【0032】

また、トナー粒子の着色剤としては、上述した染料のほか、顔料を使用することも可能である。使用することができる顔料としては、各種の無機顔料および有機顔料を挙げることができる。

無機顔料としては、従来公知のものであればどのような顔料でも使用することができるが、その中でも好適な無機顔料を例示すると、黒色の顔料としては、例えば、ファーンズブラック、チャンネルブラック、アセチレンブラック、サーマルブラック、ランプブラック等のカーボンブラック、更にマグネタイト、フェライト等の磁性粉も用いることができる。これらの無機顔料は所望に応じて、単独または複数を選択併用することが可能である。また、白色用顔料としては、例えば、酸化チタンや酸化ケイ素等が挙げられ、黒色同様、単独または複数を選択併

用することが可能である。尚、本実施形態のトナー粒子における無機顔料の含有割合は、樹脂成分（重合体）100部に対して2～20部であることが好ましい。

また、有機顔料としても、従来公知のものであればどのような顔料でも使用することができるが、具体的な有機顔料を例示すると、マゼンタまたはレッド用の顔料としては、C. I. ピグメントレッド2、C. I. ピグメントレッド3、C. I. ピグメントレッド5、C. I. ピグメントレッド6、C. I. ピグメントレッド7、C. I. ピグメントレッド15、C. I. ピグメントレッド16、C. I. ピグメントレッド48:1、C. I. ピグメントレッド53:1、C. I. ピグメントレッド57:1、C. I. ピグメントレッド122、C. I. ピグメントレッド123、C. I. ピグメントレッド139、C. I. ピグメントレッド144、C. I. ピグメントレッド149、C. I. ピグメントレッド166、C. I. ピグメントレッド177、C. I. ピグメントレッド178、C. I. ピグメントレッド222等が挙げられる。また、オレンジまたはイエロー用の顔料としては、C. I. ピグメントオレンジ31、C. I. ピグメントオレンジ43、C. I. ピグメントイエロー12、C. I. ピグメントイエロー13、C. I. ピグメントイエロー14、C. I. ピグメントイエロー15、C. I. ピグメントイエロー17、C. I. ピグメントイエロー93、C. I. ピグメントイエロー94、C. I. ピグメントイエロー138等が挙げられる。また、グリーンまたはシアン用の顔料としては、C. I. ピグメントブルー15、C. I. ピグメントブルー15:2、C. I. ピグメントブルー15:3、C. I. ピグメントブルー16、C. I. ピグメントブルー60、C. I. ピグメントグリーン7等が挙げられる。これらの有機顔料は所望に応じて、単独または複数を選択併用することが可能である。本実施形態のトナー粒子における有機顔料の含有割合は、樹脂成分（重合体）100質量部に対して2～20質量部であることが好ましく、更に好ましくは3～15質量部とされる。

【0033】

これらの顔料粒子は、表面改質されていてもよい。ここに、表面改質剤としては、従来公知のものを使用することができ、具体的にはシランカップリング剤、

チタンカップリング剤、アルミニウムカップリング剤等を好ましく用いることができる。例えばシランカップリング剤としては、メチルトリメトキシシラン、フェニルトリメトキシシラン、メチルフェニルジメトキシシラン、ジフェニルジメトキシシラン等のアルコキシシラン、ヘキサメチルジシロキサン等のシロキサン、 γ -クロロプロピルトリメトキシシラン、ビニルトリクロロシラン、ビニルトリメトキシシラン、ビニルトリエトキシシラン、 γ -メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン、 γ -グリシドキシプロピルトリメトキシシラン、 γ -メルカプトプロピルトリメトキシシラン、 γ -アミノプロピルトリエトキシシラン、 γ -ウレイドプロピルトリエトキシシラン等が挙げられる。これらの表面改質剤の添加量は、顔料に対して0.01～20重量%であることが好ましく、更に好ましくは0.1～5重量%とされる。また、顔料微粒子の表面改質法としては、顔料微粒子の分散液中に表面改質剤を添加し、この分散液を加熱して反応させる方法を挙げることができる。表面改質された顔料微粒子は、濾過により採取され、同一の溶媒による洗浄処理と濾過処理が繰り返された後、乾燥処理される。カーボンブラックや金属酸化物のようにグラフト化等により化学結合可能な物質を用いた場合も上記と同様に合成することが可能である。

【0034】

本実施形態においては、電荷制御剤を使用して、トナー粒子の帯電量及び／又は帯電極性をコントロールしてもよい。

上述のように絶縁液体（キャリア液）中では、化学的な非平衡状態であると、極性に偏りが発生し、トナー粒子の帯電量が増加するので、キャリア液中でのトナー帯電量を補助するものとして、電荷制御剤を添加する。

【0035】

塩基性基含有電荷制御剤の合成方法を以下に示す。

温度計と窒素導入管とを装着した反応容器に、ジメチルシリコンを180重量部、ジメチルアミノメチルメタクリレートを1重量部、片末端メタクリロキシ変性シリコンを19重量部、アゾビスイソブチロニトリルを1重量部加えて攪拌混合し、さらに、窒素気流下で攪拌しながら、85 [°C] で3時間反応させ、続いて90 [°C] で2時間反応させて塩基性基電荷制御剤を得る。

酸性基含有電荷制御剤の合成方法を以下に示す。

温度計と窒素導入管とを装着した反応容器に、ジメチルシリコンを 180 重量部、メタクリル酸を 1 重量部、片末端メタクリロキシ変性シリコンを 19 重量部、アゾビスイソブチロニトリルを 1 重量部加えて攪拌混合し、さらに、窒素気流下で攪拌しながら、85 [°C] で 3 時間反応させ、続いて 90 [°C] で 2 時間反応させて酸性基電荷制御剤を得た。

その他にも電荷制御剤としては、例えば、ジアルキルスルホコハク酸コバルト、ジアルキルスルホコハク酸マンガン、ジアルキルスルホコハク酸ジルコニウム、ジアルキルスルホコハク酸イットリウム、ジアルキルスルホコハク酸ニッケル等のジアルキルスルホコハク酸金属塩；ナフテン酸マンガン、ナフテン酸カルシウム、ナフテン酸ジルコニウム、ナフテン酸コバルト、ナフテン酸鉄、ナフテン酸鉛、ナフテン酸ニッケル、ナフテン酸クロム、ナフテン酸亜鉛、ナフテン酸マグネシウム、オクチル酸マンガン、オクチル酸カルシウム、オクチル酸ジルコニウム、オクチル酸鉄、オクチル酸鉛、オクチル酸コバルト、オクチル酸クロム、オクチル酸亜鉛、オクチル酸マグネシウム、ドデシル酸マンガン、ドデシル酸カルシウム、ドデシル酸ジルコニウム、ドデシル酸鉄、ドデシル酸鉛、ドデシル酸コバルト、ドデシル酸クロム、ドデシル酸亜鉛、ドデシル酸マグネシウム等の金属石鹸；ドデシルベンゼンスルホン酸カルシウム、ドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム、ドデシルベンゼンスルホン酸バリウム等のアルキルベンゼンスルホン酸金属塩；レシチン、セハリン等の磷脂質；n-デシルアミン等の有機アミン類などを使用できる。

電荷制御剤の添加量は、電荷制御効果を示す最低限の量でよく、通常は、液体現像剤中に電荷制御剤を 0.01～50 重量%の割合で添加する。

電荷制御剤は、後述する処方過程、或いは溶媒を除去した後のいずれの段階で添加しても電荷制御効果を示すが、好ましくは電荷制御剤の共存下で造粒を行う。例えば、後述の処方工程において、処方工程以前の段階で他の原料、溶媒又は中間製造物中に添加しておき、樹脂の溶液又はワニスと電気絶縁性分散媒とを、着色粒子と電荷制御剤の共存下で混合する。

【0036】

液体現像剤を作成する場合には、上述した各成分からなるトナー粒子を無極性の非水溶媒中に混合分散すればよい。この場合、分散手段としてボールミル、サンドミル、アトライター等を用いてもよい。なお、混合順序は特に限定されるものではない。さらに、電荷制御剤による電荷の制御は環境変動などに対しても適宜、その添加量を制御することが可能となり、安定性が向上する。

【0037】

〔実施例1〕

次に、本発明に係る液体現像剤の実施例（以下、「実施例1」という。）について説明する。

温度計と窒素導入管とを装着した反応容器に、ジメチルシリコンを180重量部、着色粒子を16重量部、ジメチルアミノメチルメタクリレート（DMAEMA）を1重量部、片末端メタクリロキシ変性シリコン（PMOSi）を2重量部、アゾビスバレロニトリル（V50）を1重量部加えて攪拌混合し、さらに窒素気流下で攪拌しながら、50 [°C] で10時間反応させた。そして、これにより得たトナー粒子を、キャリア液としてのジメチルシリコン（100 [cSt]）70重量部に、30重量部加えて超音波分散し、液体現像剤を得た。

このトナー粒子は、互いに凝集しにくいという優れた特性を有することが判明した。この点について、本発明者らが確認したところ、そのトナー粒子の表面に、凝集抑制材料としての片末端メタクリロキシ変性シリコンがもつシリコン基が存在しているため、トナー粒子同士が互いに凝集しにくい特性となっているものと考えられる。

また、この液体現像剤に直流電圧に印加したところ、この液体現像剤中の粒子（トナー粒子）は、その全てが速やかに電気泳動して陰極に電着し、液体は透明になった。この点について、本発明者らが確認したところ、そのトナー粒子の表面に、ジメチルアミノメチルメタクリレート（DMAEMA）がもつ塩基性基によってプラス極性の帯電量が増加したため、高速な電気泳動が可能になったものと考えられる。

【0038】

〔実施例2〕

次に、本発明に係る液体現像剤の他の実施例（以下、「実施例2」という。）

について説明する。

温度計と窒素導入管とを装着した反応容器に、ジメチルシリコーンを 180 重量部、着色粒子を 17 重量部、メタクリル酸を 1 重量部、片末端メタクリロキシ変性シリコーンを 2 重量部、アゾビスバレロニトリルを 1 重量部加えて攪拌混合し、さらに窒素気流下で攪拌しながら、50 [℃] で 10 時間反応させた。そして、これにより得たトナー粒子を、キャリア液としてのジメチルシリコーン (100 [c S t]) 70 重量部に、30 重量部加えて超音波分散し、液体現像剤を得た。

このトナー粒子は、互いに凝集しにくいという優れた特性を有することが判明した。その理由は、実施例 1 と同様である。

また、この液体現像剤に直流電圧に印加したところ、この液体現像剤中の粒子 (トナー粒子) は、その全てが速やかに電気泳動して陽極に電着し、液体は透明になった。この点について、本発明者らが確認したところ、そのトナー粒子の表面に、メタクリル酸がもつ酸性基によってマイナス極性の帯電量が増加したため、高速な電気泳動が可能になったものと考えられる。

【0039】

〔比較実験 1〕

次に、上記実施例 1 の液体現像剤と下記に示す液体現像剤との比較実験 (以下、「比較実験 1」という。) について説明する。

温度計と窒素導入管とを装着した反応容器に、ジメチルシリコーンを 180 重量部、着色粒子を 17 重量部、ジメチルアミノメチルメタクリレート (DMAEMA) を 1 重量部、アゾビスバレロニトリルを 1 重量部加えて攪拌混合し、さらに窒素気流下で攪拌しながら、50 [℃] で 10 時間反応させた。そして、これにより得たトナー粒子を、キャリア液としてのジメチルシリコーン (100 [c S t]) 70 重量部に、30 重量部加えて超音波分散し、液体現像剤を得た。

この液体現像剤に直流電圧に印加したところ、この液体現像剤中の粒子 (トナー粒子) は、上記実施例 1 と同様に、その全てが速やかに電気泳動して陰極に電着し、液体は透明になった。

ここで、トナー粒子の表面に、キャリア液 (ジメチルシリコーン) に対する親

和性基（シリコーン基）がないと、キャリア液中ですぐに沈殿した状態となり、適切な画像形成が困難となる。この親和性基をもつ片末端メタクリロキシ変性シリコーンの分子量は、キャリア液の分子量にあわせることが重要である。上記実施例 1 で使用したジメチルシリコーン（1 0 0 [c S t]）の分子量は、平均分子量数千である。一方、上記実施例 1 において使用した片末端メタクリロキシ変性シリコーンは、その分子量が 1 0 0 0、5 0 0 0、1 0 0 0 0 の材料を使用すれば分散性を維持することが可能であるが、分子量が 4 0 0 程度と少ないものは分散性が著しく悪い。分子量が 1 0 0 0 である場合も、グラフト時間にもよるが、分子量が 4 0 0 である場合よりは良好であるが若干分散性が悪く、数ヶ月のオーダーでは沈降を生じる。結果として、片末端メタクリロキシ変性シリコーンの分子量は、少なくともキャリア液の平均分子量の同等なオーダーの分子量であるのが望ましい。

【 0 0 4 0 】

図 2（a）及び（b）は、上記実施例 1 の液体現像剤と上記液体現像剤を、それぞれ交流電界中に入れたときの、トナー粒子の応答特性を観測したときの結果を示すグラフである。

図 2（a）は、上記実施例 1 の液体現像剤についての観測結果であり、図 2（b）は、上記比較例 1 の液体現像剤についての観測結果である。各グラフは、上段部分が交流電界の波形を示し、下段部分がその交流電界に応答して移動するトナー粒子の圧力波形の観測結果を示している。比較例 1 のように親和性基を有しないトナー粒子の場合には図 2（b）に示すように電界応答が悪いが、実施例 1 のように親和性基を有するトナー粒子の場合には図 2（a）に示すように電界応答が良好であることが確認された。

【 0 0 4 1 】

また、温度計と窒素導入管とを装着した反応容器に、ジメチルシリコーンを 1 8 0 重量部、着色粒子を 1 7 重量部、メタクリル酸を 1 重量部、アゾビスバレロニトリルを 1 重量部加えて攪拌混合し、さらに窒素気流下で攪拌しながら、5 0 [°C] で 1 0 時間反応させた。そして、これにより得たトナー粒子を、キャリア液としてのジメチルシリコーン（1 0 0 [c S t]）7 0 重量部に、3 0 重量部

加えて超音波分散し、液体現像剤を得た。この液体現像剤は、上記実施例 2 と比較すると親和性基を有しない点で異なっており、上記実施例 2 の液体現像剤との比較実験では、上記と同様の観測結果を得た。

【0042】

〔比較実験 2〕

次に、上記実施例 1 の液体現像剤と体積平均粒径が $0.09 [\mu\text{m}]$ という小粒径のトナー粒子を使用する下記の液体現像剤との比較実験（以下、「比較実験 1」という。）について説明する。

温度計と窒素導入管とを装着した反応容器に、ジメチルシリコンを 180 重量部、体積平均粒径が $0.09 [\mu\text{m}]$ という小粒径の着色粒子を 17 重量部、ジメチルアミノメチルメタクリレート 1 重量部、片末端メタクリロキシ変性シリコンを 2 重量部、アゾビスバレロニトリルを 1 重量部加えて攪拌混合し、さらに窒素気流下で攪拌しながら、 $50 [^{\circ}\text{C}]$ で 10 時間反応させた。そして、これにより得たトナー粒子を、キャリア液としてのジメチルシリコン ($100 [\text{cSt}]$) 70 重量部に、30 重量部加えて超音波分散し、液体現像剤を得た。この液体現像剤に直流電圧に印加したところ、この液体現像剤中の粒子（トナー粒子）は、上記実施例 1 と同様に、その全てが速やかに電気泳動して陰極に電着し、液体は透明になった。しかし、この液体現像剤はトナー粒子の粒径が小さいため、粒子 1 個あたりの電荷量に対する粘性抵抗が大きく、電界を受けてもキャリア液中を高速に移動するのは難しい。

また、温度計と窒素導入管とを装着した反応容器に、ジメチルシリコンを 180 重量部、体積平均粒径が $1.0 [\mu\text{m}]$ という大粒径の着色粒子を 17 重量部、ジメチルアミノメチルメタクリレート 1 重量部、片末端メタクリロキシ変性シリコンを 2 重量部、アゾビスバレロニトリルを 1 重量部加えて攪拌混合し、さらに窒素気流下で攪拌しながら、 $50 [^{\circ}\text{C}]$ で 10 時間反応させた。そして、これにより得たトナー粒子を、キャリア液としてのジメチルシリコン ($100 [\text{cSt}]$) 70 重量部に、30 重量部加えて超音波分散し、液体現像剤を得た。この液体現像剤に直流電圧に印加したところ、この液体現像剤中の粒子（トナー粒子）は、上記実施例 1 と同様に、その全てが速やかに電気泳動して陰極に電

着し、液体は透明になった。しかし、トナー粒子径が大きくなったことから、高解像度の画像形成が困難となる。

上述した実施例 1, 2 及び後述する実施例において、着色粒子は、体積平均粒径が 0.1 [μm] 以上 6.0 [μm] 以下のものを用いているので、電界によってトナー粒子がキャリア液中を高速に移動することが可能で、かつ、高解像度の画像形成も十分に可能である。

【0043】

〔実施例 3〕

次に、本発明に係る液体現像剤の更に他の実施例（以下、「実施例 3」という。）について説明する。

温度計と窒素導入管とを装着した反応容器に、ジメチルシリコンを 180 重量部、着色粒子を 17 重量部、ジメチルアミノメチルメタクリレート 1 重量部、片末端メタクリロキシ変性シリコンを 2 重量部、アゾビスバレロニトリルを 1 重量部加えて攪拌混合し、さらに窒素気流下で攪拌しながら、50 [$^{\circ}\text{C}$] で 10 時間反応させた。そして、これにより得たトナー粒子を、キャリア液としてのジメチルシリコン（100 [cSt]) 68 重量部に、30 重量部加え、かつ、酸性基含有電荷制御剤を 2 重量部加えて超音波分散し、液体現像剤を得た。

このトナー粒子は、互いに凝集しにくいという優れた特性を有することは、上記実施例 1 と同様である。また、この液体現像剤に直流電圧に印加したところ、この液体現像剤中の粒子（トナー粒子）は、その全てが速やかに電気泳動して陰極に電着し、液体は透明になった。このとき、本実施例 3 の液体現像剤においては、酸性基含有電荷制御剤を含まない上記実施例 1 の液体現像剤に比べて、移動スピードは速くなることが確認された。これは、トナー粒子の帯電極性とは逆極性を有する酸性基含有電荷制御剤をキャリア液中に分散させたことが影響したものと考えられる。

【0044】

図 3 は、酸性基含有電荷制御剤の添加量とトナー粒子の移動度との関係を示すグラフである。

図示のように、酸性基含有電荷制御剤の添加量が増加すると、トナー粒子の移

動度も増加する傾向にある。ただし、トナーの表面積に対する酸性基含有電荷制御剤の添加量が 5×10^{16} [unit/m²] よりも多くなると、トナー粒子の中に極性が反転するものも存在し始める。よって、最適量は存在し、調整する必要がある。また、逆に、酸性基含有電荷制御剤の添加量を大量に含ませることで、塩基性基を表面に有するトナー粒子であっても、マイナス極性トナーとして利用することも可能となる。

【0045】

図4は、現像ローラ17に印加されるバイアス値とトナー粒子の移動度との関係を示すグラフである。なお、酸性基含有電荷制御剤(CCA)の添加量は、凡例の1/10である。

現像ローラ17に正バイアスが印加されたときに0[V]を示し、負バイアスが印加されたときに9[V]を示すのが、理想的である。実施例1の液体现像剤に比べて、酸性基含有電荷制御剤の添加量が増えるほど、理想的なものに近く結果となる。

【0046】

図5は、現像ローラ17に印加されるバイアス値と、感光体1と現像ローラ17との間を流れる電流値との関係を示すグラフである。なお、酸性基含有電荷制御剤(CCA)の添加量は、凡例の1/10である。

塩基性基を表面に有するトナー粒子とは逆極性の酸性基含有電荷制御剤を添加すると、感光体1と現像ローラ17との間に流れる電流値は小さくなり、過剰イオンが抑制されていることが観測された。その結果、感光体1と現像ローラ17との間の電位差を狭くならないので、現像電界によってトナー粒子が適切に移動することができる。

【0047】

〔実施例4〕

次に、本発明に係る液体现像剤の更に他の実施例(以下、「実施例4」という。)について説明する。

温度計と窒素導入管とを装着した反応容器に、ジメチルシリコンを180重量部、着色粒子を17重量部、ジメチルアミノメチルメタクリレートを1重量部

、片末端メタクリロキシ変性シリコーンを2重量部、アゾビスバレロニトリルを1重量部加えて攪拌混合し、さらに窒素気流下で攪拌しながら、50 [℃] で10時間反応させた。そして、これにより得たトナー粒子を、キャリア液としてのジメチルシリコーン (100 [c S t]) 40重量部に、30重量部加え、かつ、塩基性基含有電荷制御剤を30重量部加えて超音波分散し、液体現像剤を得た。なお、このトナー粒子は、互いに凝集しにくいという優れた特性を有することは、上記実施例1と同様である。

【0048】

図6は、塩基性基含有電荷制御剤の添加量とトナー粒子の移動度との関係を示すグラフである。

この液体現像剤に直流電圧に印加したところ、この液体現像剤中の粒子（トナー粒子）は、その全てが速やかに電気泳動して陽極に電着し、液体は透明になった。これは、トナー粒子の帯電極性と同極性を有する塩基性基含有電荷制御剤をキャリア液中に分散させたことで、トナー粒子の極性がマイナス極性に反転したためである。また、図示のように、塩基性基含有電荷制御剤の添加量が増加すると、トナー粒子の移動度も増加する傾向にある。そのため、本実施例4の液体現像剤においては、塩基性基含有電荷制御剤を含まない上記実施例1の液体現像剤に比べて、移動スピードは速くなることが確認された。

【0049】

〔実施例5〕

次に、本発明に係る液体現像剤の更に他の実施例（以下、「実施例5」という。）について説明する。

温度計と窒素導入管とを装着した反応容器に、ジメチルシリコーンを180重量部、着色粒子を17重量部、ジメチルアミノメチルメタクリレート1重量部、片末端メタクリロキシ変性シリコーンを2重量部、アゾビスバレロニトリルを1重量部加えて攪拌混合し、さらに窒素気流下で攪拌しながら、50 [℃] で10時間反応させた。そして、これにより得たトナー粒子を、キャリア液としてのジメチルシリコーン (100 [c S t]) 68重量部に、30重量部加え、かつ、金属であるオクチル酸ジルコニウムを2重量部加えて超音波分散し、液体現像

剤を得た。なお、このトナー粒子は、互いに凝集しにくいという優れた特性を有することは、上記実施例 1 と同様である。

【0050】

図 7 は、オクチル酸ジルコニウムの添加量とトナー粒子の移動度との関係を示すグラフである。

この液体现像剤に直流電圧に印加したところ、この液体现像剤中の粒子（トナー粒子）は、その全てが速やかに電気泳動して陰極に電着し、液体は透明になった。図示のように、オクチル酸ジルコニウムの添加量が増加すると、トナー粒子の移動度も増加する傾向にある。そのため、本実施例 5 の液体现像剤においては、オクチル酸ジルコニウムを含まない上記実施例 1 の液体现像剤に比べて、移動スピードは速くなることが確認された。

【0051】

〔実施例 6〕

次に、本発明に係る液体现像剤の更に他の実施例（以下、「実施例 6」という。）について説明する。

温度計と窒素導入管とを装着した反応容器に、ジメチルシリコンを 180 重量部、着色粒子を 17 重量部、メタクリル酸を 1 重量部、片末端メタクリロキシ変性シリコンを 2 重量部、アゾビスバレロニトリルを 1 重量部加えて攪拌混合し、さらに窒素気流下で攪拌しながら、50 [°C] で 10 時間反応させた。そして、これにより得たトナー粒子を、キャリア液としてのジメチルシリコン（100 [cSt]）68 重量部に、30 重量部加え、かつ、塩基性基含有電荷制御剤を 2 重量部加えて超音波分散し、液体现像剤を得た。

このトナー粒子は、互いに凝集しにくいという優れた特性を有することは、上記実施例 2 と同様である。また、この液体现像剤に直流電圧に印加したところ、この液体现像剤中の粒子（トナー粒子）は、その全てが速やかに電気泳動して陽極に電着し、液体は透明になった。このとき、本実施例 6 の液体现像剤においては、塩基性基含有電荷制御剤を含まない上記実施例 2 の液体现像剤に比べて、移動スピードは速くなることが確認された。その理由は、上記実施例 3 で述べた理由と同様である。

【0052】

〔実施例 7〕

次に、本発明に係る液体現像剤の更に他の実施例（以下、「実施例 7」という。）について説明する。

温度計と窒素導入管とを装着した反応容器に、ジメチルシリコーンを 180 重量部、着色粒子を 17 重量部、メタクリル酸を 1 重量部、片末端メタクリロキシ変性シリコーンを 2 重量部、アゾビスバレロニトリルを 1 重量部加えて攪拌混合し、さらに窒素気流下で攪拌しながら、50 [°C] で 10 時間反応させた。そして、これにより得たトナー粒子を、キャリア液としてのジメチルシリコーン（100 [cSt]）40 重量部に、30 重量部加え、かつ、酸性基含有電荷制御剤を 30 重量部加えて超音波分散し、液体現像剤を得た。

このトナー粒子は、互いに凝集しにくいという優れた特性を有することは、上記実施例 2 と同様である。また、この液体現像剤に直流電圧に印加したところ、この液体現像剤中の粒子（トナー粒子）は、その全てが速やかに電気泳動して陰極に電着し、液体は透明になった。これは、トナー粒子の帯電極性と同極性を有する酸性基含有電荷制御剤をキャリア液中に分散させたことで、トナー粒子の極性がプラス極性に反転したためである。また、酸性基含有電荷制御剤の添加量が増加すると、トナー粒子の帯電量も増加するため、本実施例 7 の液体現像剤においては、塩基性基含有電荷制御剤を含まない上記実施例 2 の液体現像剤に比べて、移動スピードは速くなることが確認された。

【0053】

〔実施例 8〕

次に、本発明に係る液体現像剤の更に他の実施例（以下、「実施例 8」という。）について説明する。

温度計と窒素導入管とを装着した反応容器に、ジメチルシリコーンを 180 重量部、着色粒子を 17 重量部、メタクリル酸を 1 重量部、片末端メタクリロキシ変性シリコーンを 2 重量部、アゾビスバレロニトリルを 1 重量部加えて攪拌混合し、さらに窒素気流下で攪拌しながら、50 [°C] で 10 時間反応させた。そして、これにより得たトナー粒子を、キャリア液としてのジメチルシリコーン（1

00 [c S t]) 68 重量部に、30 重量部加え、かつ、金属であるオクチル酸ジルコニウムを2 重量部加えて超音波分散し、液体現像剤を得た。

このトナー粒子は、互いに凝集しにくいという優れた特性を有することは、上記実施例2と同様である。また、この液体現像剤に直流電圧に印加したところ、この液体現像剤中の粒子（トナー粒子）は、その全てが速やかに電気泳動して陽極に電着し、液体は透明になった。このとき、本実施例8の液体現像剤においては、オクチル酸ジルコニウムを含まない上記実施例2の液体現像剤に比べて、移動スピードは速くなることが確認された。

【0054】

〔実施例9〕

次に、本発明に係る液体現像剤の更に他の実施例（以下、「実施例9」という。）について説明する。

上記実施例1のキャリア液をジメチルシリコンからアイソパーGに代えて、この液体現像剤に直流電圧に印加したところ、この液体現像剤中の粒子（トナー粒子）は、その全てが速やかに電気泳動して陽極に電着し、液体は透明になった。

【0055】

以上、本実施形態で用いる液体現像剤は、少なくとも樹脂及び有色物質からなる有色粒子であるトナー粒子と、これの非水溶媒となる無極性の絶縁性液体であるキャリア液とを含み、潜像担持体である感光体1上の潜像に該有色粒子を付着させて該潜像を現像するものである。この液体現像剤は、上述したように、トナー粒子として、トナー粒子同士が凝集するのを抑制する凝集抑制材料である片末端メタクリロキシ変性シリコンと、塩基性基と、ジメチルシリコンからなるキャリア液に対する親和性を付与する親和性基であるシリコン基とを表面に備えている。よって、上記実施例1で説明したように、キャリア液中でトナー粒子が互いに凝集しにくく、かつ、電界によってトナー粒子を高速に電気泳動させることが可能となる。

また、本実施形態で用いる液体現像剤は、上記実施例2で説明したように、上記塩基性基に代えて、酸性基を用いたものであってもよい。この場合、帯電極性

が異なる以外は、塩基性基の場合と同様の効果を得ることができる。

また、本実施形態では、トナー粒子として、体積平均粒径が $0.1 [\mu\text{m}]$ 以上 $6.0 [\mu\text{m}]$ 以下のものを用い、トナー粒子の濃度を $5 [\text{重量}\%]$ 以上 $40 [\text{重量}\%]$ 以下としている。このような体積平均粒径をもつトナー粒子であれば、上記比較実験 2 で説明したように、電界によってトナー粒子がキャリア液中を高速に移動することが可能で、かつ、高解像度の画像形成も十分に可能である。更に、このようなトナー粒子の濃度であれば、十分な画像濃度を確保することができる。

また、本実施形態では、キャリア液に対して相溶性を有する電荷制御剤であって酸性基を有するものを、トナー粒子とともにキャリア液中に含有している。これにより、トナー粒子が塩基性基を表面に有するものであれば、上記実施例 3 で説明したように、トナー粒子がキャリア液中を電気泳動するスピードを速めることができる。一方、トナー粒子が酸性基を表面に有するものであれば、上記実施例 7 で説明したように、トナー粒子の極性を反転した状態での利用が可能になるとともに、キャリア液中を電気泳動するスピードを速めることも可能となる。

また、本実施形態では、キャリア液に対して相溶性を有する電荷制御剤であって塩基性基を有するものを、トナー粒子とともにキャリア液中に含有している。これにより、トナー粒子が塩基性基を表面に有するものであれば、上記実施例 4 で説明したように、トナー粒子の極性を反転した状態での利用が可能になるとともに、キャリア液中を電気泳動するスピードを速めることも可能となる。一方、トナー粒子が酸性基を表面に有するものであれば、上記実施例 6 で説明したように、トナー粒子がキャリア液中を電気泳動するスピードを速めることができる。

また、本実施形態では、キャリア液に対して相溶性を有する電荷制御剤であって金属を有するものを、トナー粒子とともにキャリア液中に含有している。これにより、トナー粒子が表面に有する基が塩基性基の場合でも酸性基の場合でも、上記実施例 5 及び 8 で説明したように、トナー粒子がキャリア液中を電気泳動するスピードを速めることができる。

また、本実施形態では、キャリア液として、沸点が $100 [^{\circ}\text{C}]$ 以上であって非プロトン性の不揮発性液体を用いている。これにより、電界下においてトナー

粒子の電気泳動の妨げにならない電気抵抗を維持させて、良好な現像性能や転写性能を得ることができる。

また、本実施形態では、粘度が $0.5 \text{ [mPa} \cdot \text{s]}$ 以上 $1000 \text{ [mPa} \cdot \text{s]}$ 以下であり、電気抵抗が $1 \times 10^{12} \text{ } [\Omega \cdot \text{cm}]$ 以上であり、かつ、表面張力が $3 \times 10^{-2} \text{ [N/m]}$ 以下である液体现像剤を用いている。電気抵抗が $1 \times 10^{12} \text{ } [\Omega \cdot \text{cm}]$ 以上であれば、トナー粒子間で電流が流れるのを十分に抑制でき、電界によるトナー粒子の挙動制御を良好に行うことができる。また、表面張力が $3 \times 10^{-2} \text{ [N/m]}$ 以下であれば、トナー塊が感光体等の潜像担持体に付着することによる地汚れ等の画質劣化を抑えることができる。

また、本実施形態では、キャリア液として、シリコン系液体であるジメチルシリコンを用いているので、上述したように、トナー粒子を高濃度に含有させてもトナー粒子の帯電性を良好に維持しやすく、また、可動部分に付着しても固着することがないという利点がある。

また、本実施形態では、凝集抑制材料として、シリコンを含有する片末端メタクリロキシ変性シリコンを用いることができる。

また、本実施形態のプリンタは、感光体1と、感光体表面に液体现像剤を接触させ、その表面上の潜像にトナー粒子を付着させて潜像を現像する現像手段としての現像器10を備え、この現像器により感光体1表面上の潜像にトナー粒子を付着させて得たトナー像を最終的に記録材としての転写紙上に転移させて画像を形成する画像形成装置である。そして、液体现像剤として、上述したものをを用いるので、トナー粒子を電界により適切かつ高速に制御することが可能となるので、高画質で高速な画像形成を行うことが可能となる。

【0056】

【発明の効果】

請求項1乃至11の発明によれば、非水溶媒となる無極性の絶縁性液体中でトナー粒子等の有色粒子が互いに凝集しにくく、かつ、電界によって有色粒子を高速に電気泳動させることが可能となるという優れた効果がある。その結果、有色粒子を電界により適切かつ高速に制御することが可能となるので、高画質で高速な画像形成を行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】**【図 1】**

実施形態に係るプリンタの概略構成図。

【図 2】

(a) は、実施例 1 の液体现像剤を交流電界中に入れたときのトナー粒子の応答特性を観測したときの結果を示すグラフ。

(b) は、比較実験用の液体现像剤を交流電界中に入れたときのトナー粒子の応答特性を観測したときの結果を示すグラフ。

【図 3】

実施例 3 において、酸性基含有電荷制御剤の添加量とトナー粒子の移動度との関係を示すグラフ。

【図 4】

実施例 3 において、現像ローラに印加されるバイアス値とトナー粒子の移動度との関係を示すグラフ。

【図 5】

実施例 3 において、現像ローラに印加されるバイアス値と、感光体と現像ローラとの間を流れる電流値との関係を示すグラフ。

【図 6】

実施例 4 において、塩基性基含有電荷制御剤の添加量とトナー粒子の移動度との関係を示すグラフ。

【図 7】

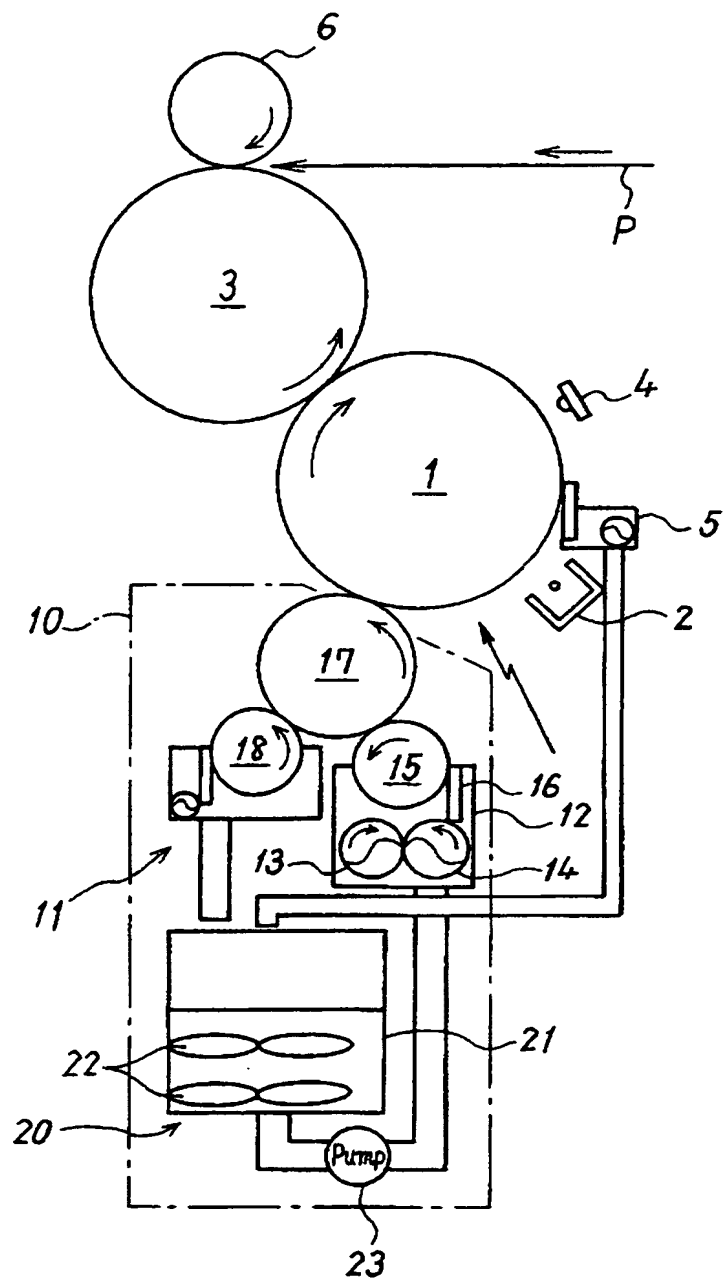
実施例 5 において、オクチル酸ジルコニウムの添加量とトナー粒子の移動度との関係を示すグラフ。

【符号の説明】

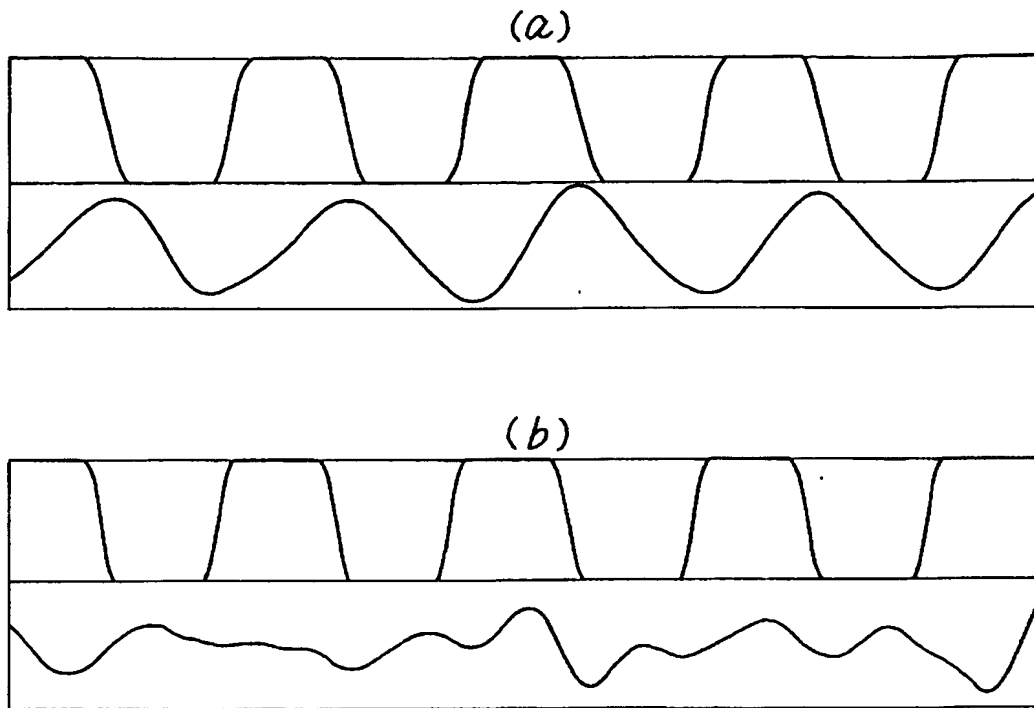
- 1 感光体
- 2 帯電器
- 3 中間転写ドラム
- 10 現像器
- 17 現像ローラ

【書類名】 図面

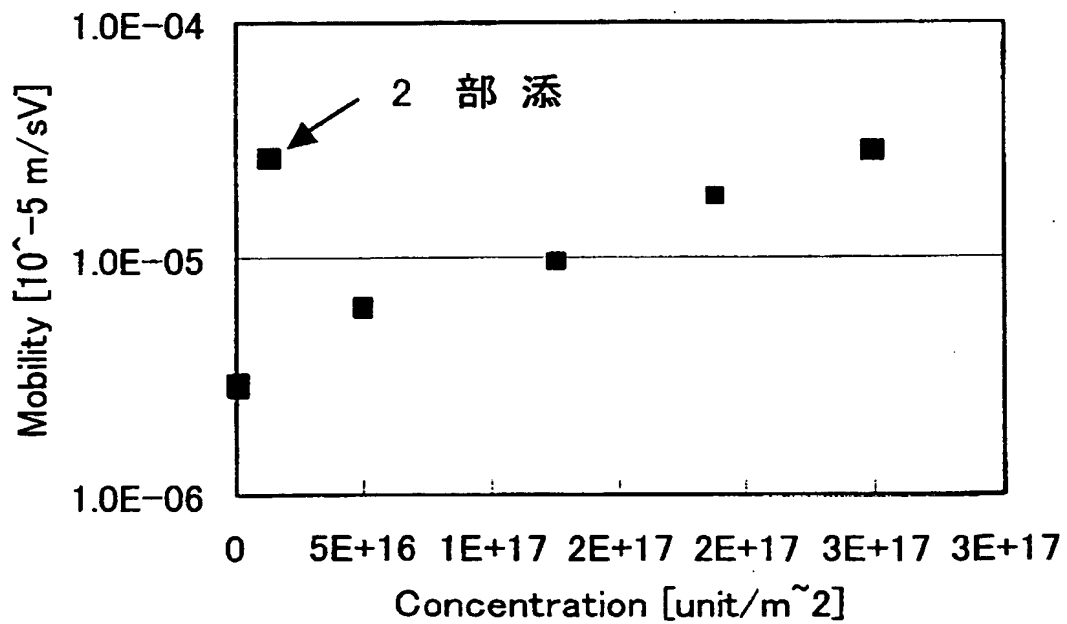
【図 1】



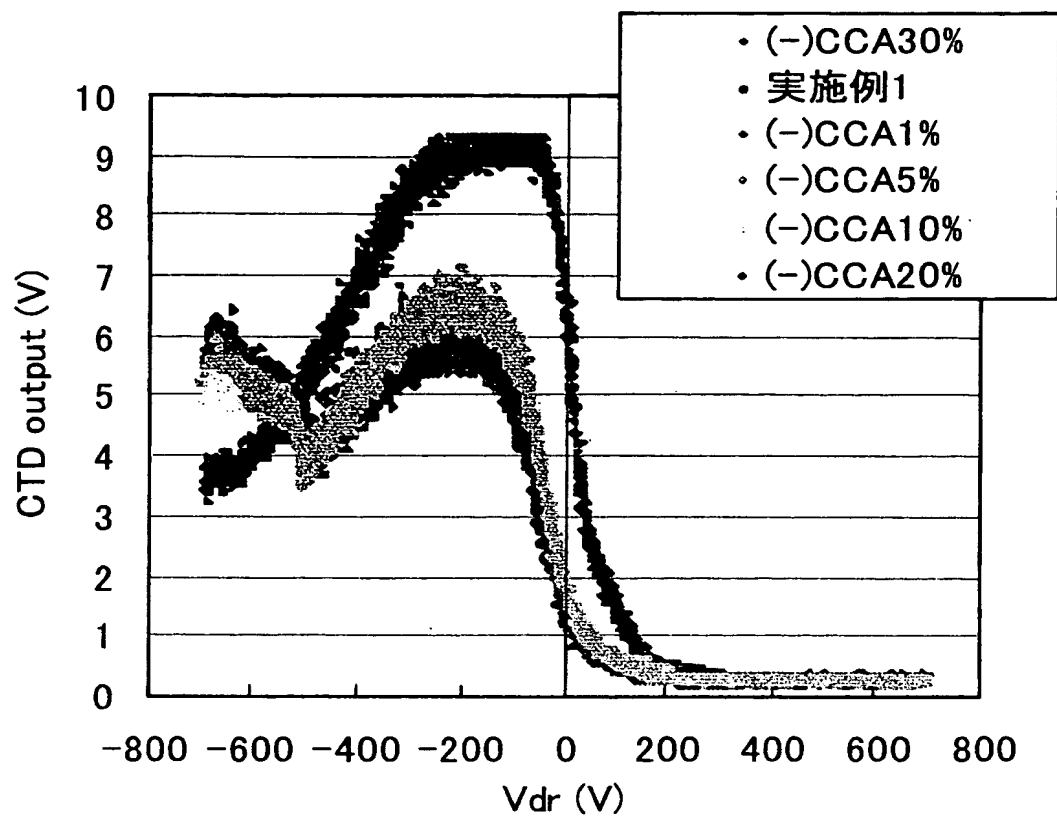
【図 2】



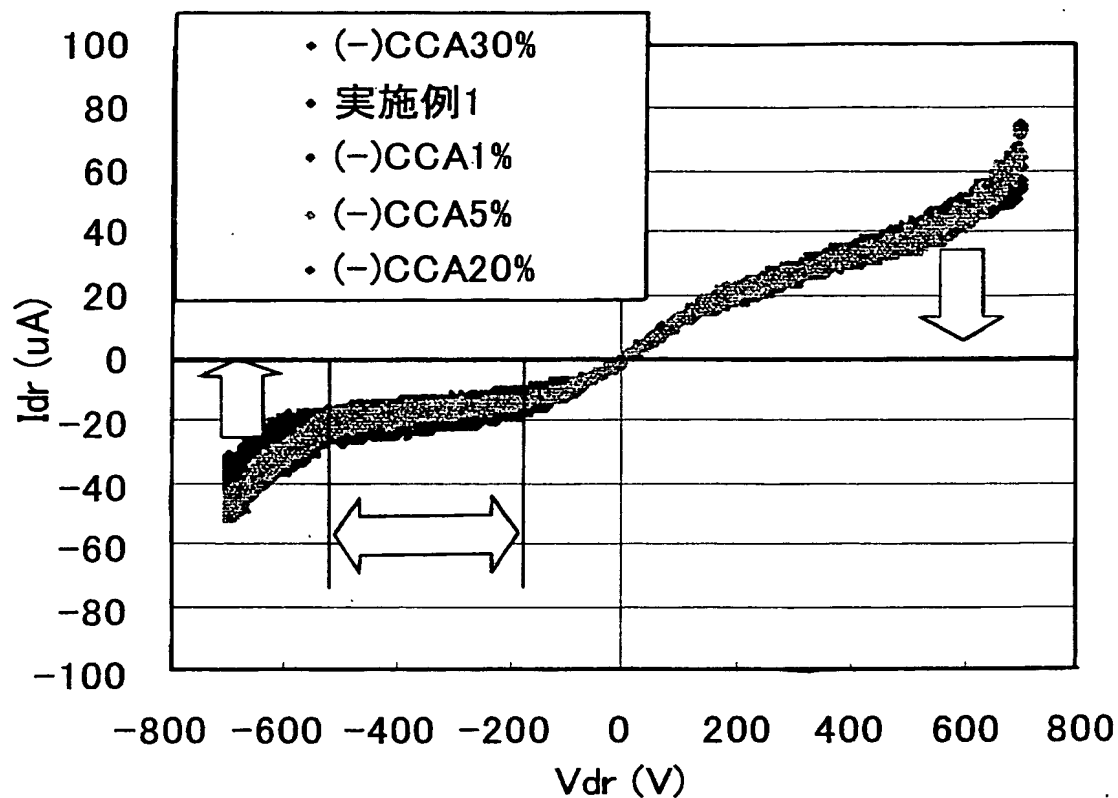
【図 3】



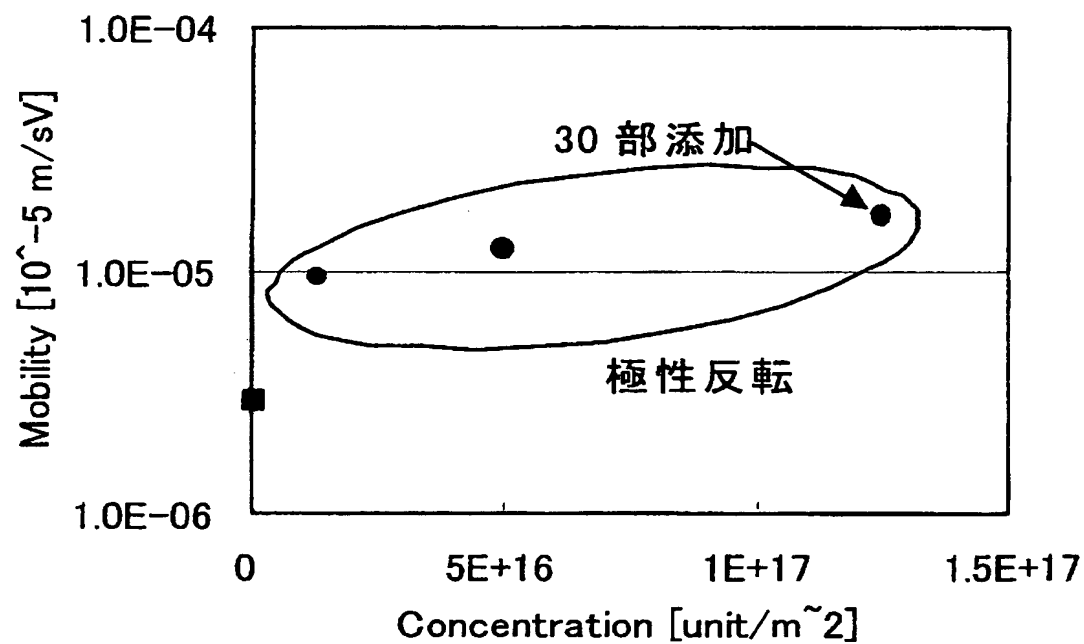
【図 4】



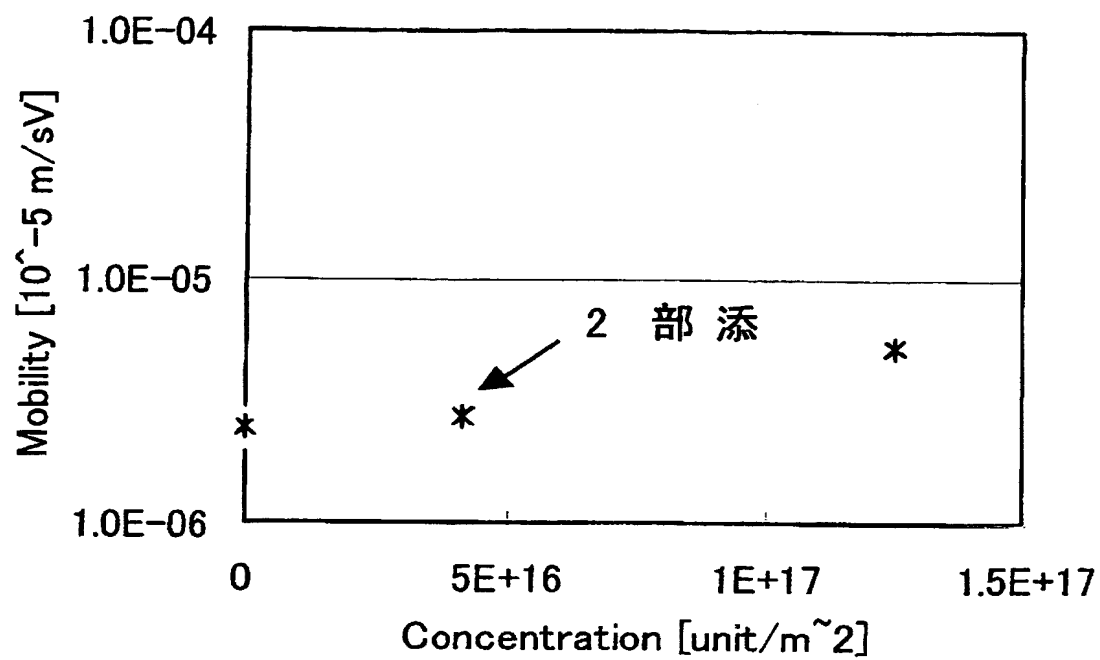
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 非水溶媒となる無極性の絶縁性液体中でトナー粒子等の有色粒子が互いに凝集しにくく、かつ、電界によって有色粒子を高速に電気泳動させることである。

【解決手段】 ジメチルシリコーンからなるキャリア液中に分散されるトナー粒子の表面には、片末端メタクリロキシ変性シリコーンのシリコーン基と塩基性基とが存在している。このシリコーン基によって、トナー粒子同士が互いに凝集するのが抑制される。しかも、このシリコーン基は親和性基として機能して、トナー粒子にキャリア液に対する親和性が付与される。これにより、トナー粒子をキャリア液中に均一に分散させることが可能となる。加えて、トナー粒子の表面に存在する塩基性基により、トナー粒子の帯電量を確保することが可能となる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 1 8 1 2 3 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 6 7 4 7]

1. 変更年月日 2 0 0 2 年 5 月 1 7 日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号

氏 名 株式会社リコー